

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-267009

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/20
G02B 13/18

(21)Application number : 11-373945

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1999

(72)Inventor : KONO TETSUO
YAGYU GENTA

(30)Priority

Priority number : 11005056 Priority date : 12.01.1999 Priority country : JP

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact and inexpensive zoom lens which is constituted so that high image quality is obtained and which is suitable specially for a digital still camera by effectively arranging a plastic lens in the zoom lens constituted of two negative and positive components.

SOLUTION: This zoom lens is constituted of three negative, positive and positive components when viewing it from an object side. Then, at least one lens out of the lenses constituting respective lens groups is the plastic lens. Besides, it is constituted so as to satisfy the conditional expressions of $-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi; W < 0.8$ and $-0.45 < M_3 / M_2 < 0.90$ (Provided that $\phi; T / \phi; W > 1.6$). In the expressions, C_p is the radius of the curvature of the plastic lens, $\phi; W$ is the power of a whole system at a wide angle end, N' and N are the respective refractive indexes of the (d) line of the object-side and the image-side media of an aspherical surface, M_2 and M_3 are the moving amount of the 2nd and the 3rd lens groups [the object side is regarded (-) with the wide angle end as a reference] and $\phi; T$ is the power of the whole system at the telephoto end.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(6)

高さ $h1=1$ としたときの、望遠端での i 番目のプラスチックレンズへの近軸上光線の物体側面入射高さである。
【0014】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズである。前記第1レンズ群及び第2レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0015】
 $-1.4 < \Sigma \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$
 $-0.5 < \log (\beta 2 T / \beta 2 W) / \log Z < 2.2$
但し、
 ϕP_i : i 番目のプラスチックレンズのパワー
 ϕW : 広角端での全系のパワー
 h_i : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha 1=0$ 、高さ $h1=1$ としたときの、望遠端での i 番目のプラスチックレンズへの近軸上光線の物体側面入射高さ
 $\beta 2 W$: 広角端での第2レンズ群の傾倍率
 $\beta 2 T$: 望遠端での第2レンズ群の傾倍率
 Z : ズーム比
 \log : 自然対数 (但し条件式では比を取っているもので、底数は限定されない)

【0016】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズである。前記第1レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0017】
 $-1.4 < \Sigma \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$
 $-1.2 < \log (\beta 3 T / \beta 3 W) / \log Z < 0.$
但し、
 ϕP_i : i 番目のプラスチックレンズのパワー
 ϕW : 広角端での全系のパワー
 h_i : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha 1=0$ 、高さ $h1=1$ としたときの、望遠端での i 番目のプラスチックレンズへの近軸上光線の物体側面入射高さ
 $\beta 3 W$: 広角端での第3レンズ群の傾倍率
 $\beta 3 T$: 望遠端での第3レンズ群の傾倍率
 Z : ズーム比
 \log : 自然対数 (但し条件式では比を取っているもので、底数は限定されない)

【0018】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズである。前記第1レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0019】
 $-1.4 < \Sigma \phi P_i / \phi W \times h_i < 1.4$
 $-0.75 < \log (\beta 3 T / \beta 3 W) / \log (\beta 2 T / \beta 2 W) < 0.65$
但し、
 ϕP_i : i 番目のプラスチックレンズのパワー
 ϕW : 広角端での全系のパワー
 h_i : 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha 1=0$ 、高さ $h1=1$ としたときの、望遠端での i 番目のプラスチックレンズへの近軸上光線の物体側面入射高さ
 $\beta 2 W$: 広角端での第2レンズ群の傾倍率
 $\beta 2 T$: 望遠端での第2レンズ群の傾倍率
 $\beta 3 W$: 広角端での第3レンズ群の傾倍率
 $\beta 3 T$: 望遠端での第3レンズ群の傾倍率
 \log : 自然対数 (但し条件式では比を取っているもので、底数は限定されない)

【0020】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1～図9は、それぞれ第1～第9の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。各国の左側が物体側、右側が像側である。図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。各国はそのズーム時の広角端の状態を示している。また、破線で表す矢印は、移動しない事を示している。そして、各国に示すように、各実施形態は負正正3成分ズームであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3から構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動するタイプである。

【0021】Gr1は全体として負のパワーを有する。また、Gr2及びGr3は全体として正のパワーを有する。物体側から順に、1枚目～8枚目のレンズをそれぞれ

(6)

れGr1～Gr8とする。各実施形態の各レンズ群は、それぞれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。尚、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。
【0022】図1に示すように、第1の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、及び6枚目(G6)のレンズがプラスチックレンズである。また、図2に示すように、第2の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。
【0023】さらに、図3に示すように、第3の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。また、図4に示すように、第4の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図5に示すように、第5の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。
【0026】以下に、光学系について望ましい条件を記す。上記各実施形態の光学系は、以下の条件式(1)を満足する事が望ましい。

※ $-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8$
但し、
 C_p : プラスチックレンズ曲率
 ϕW : 広角端での全系のパワー
 N : 非球面の物体側膜質のd線の屈折率
 N' : 非球面の像側膜質のd線の屈折率である。
【0027】条件式(1)は、プラスチックレンズの面のパワーを規定する形式である。面のパワーが強すぎる、と温度変化に伴う面形状の変化により、諸収差が劣化する。この条件式の下限以下になると、負のパワーが※
 $-0.45 < M3 / M2 < 0.90$
但し、
M3 : 第3レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)
M2 : 第2レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)である。
【0029】条件式(2)は、第2レンズ群と第3レンズ群の移動量の比を規定する式であり、変倍を効率的に行うために第2、第3レンズ群の移動量を適切にするための条件である。従って、ズーム比を確保する必要がある光学系に有効であり、
 $\phi T / \phi W > 1.6$
を満たす事が更に望ましい。但し、
 $-0.30 < M3 / M2 < 0.90$
とする事が望ましい。
【0032】また、第1レンズ群にプラスチックレンズ☆
 $|\phi P / \phi 1| < 1.20$
但し、
 ϕP : プラスチックレンズのパワーである。

【0024】また、図6に示すように、第6の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図7に示すように、第7の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。
【0025】さらに、図8に示すように、第8の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、7枚目(G7)及び8枚目(G8)のレンズがプラスチックレンズである。最後に、図9に示すように、第9の実施形態では、同図の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、6枚目(G6)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0026】以下に、光学系について望ましい条件を記す。上記各実施形態の光学系は、以下の条件式(1)を満足する事が望ましい。

※ $-0.8 < C_p \times (N' - N) / \phi W < 0.8$
但し、
 C_p : プラスチックレンズ曲率
 ϕW : 広角端での全系のパワー
 N : 非球面の物体側膜質のd線の屈折率
 N' : 非球面の像側膜質のd線の屈折率である。
【0027】条件式(1)は、プラスチックレンズの面のパワーを規定する形式である。面のパワーが強すぎる、と温度変化に伴う面形状の変化により、諸収差が劣化する。この条件式の下限以下になると、負のパワーが※
 $-0.45 < M3 / M2 < 0.90$
但し、
M3 : 第3レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)
M2 : 第2レンズ群の移動量 (広角端を基準にして物体側を-とする)である。
【0029】条件式(2)は、第2レンズ群と第3レンズ群の移動量の比を規定する式であり、変倍を効率的に行うために第2、第3レンズ群の移動量を適切にするための条件である。従って、ズーム比を確保する必要がある光学系に有効であり、
 $\phi T / \phi W > 1.6$
を満たす事が更に望ましい。但し、
 $-0.30 < M3 / M2 < 0.90$
とする事が望ましい。
【0032】また、第1レンズ群にプラスチックレンズ☆
 $|\phi P / \phi 1| < 1.20$
但し、
 ϕP : プラスチックレンズのパワーである。

【0030】条件式(2)の下限以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角端での周辺面度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなる。そこで、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が大きくなる。

【0031】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

★ ϕT : 望遠端での全系のパワーである。
【0030】条件式(2)の下限以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角端での周辺面度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなる。そこで、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が大きくなる。

【0031】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

★ ϕT : 望遠端での全系のパワーである。
【0030】条件式(2)の下限以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角端での周辺面度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなる。そこで、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が大きくなる。

【0031】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

★ ϕT : 望遠端での全系のパワーである。
【0030】条件式(2)の下限以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角端での周辺面度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなる。そこで、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が大きくなる。

【0031】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

★ ϕT : 望遠端での全系のパワーである。
【0030】条件式(2)の下限以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角端での周辺面度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなる。そこで、変倍による球面収差、及び周辺光線のコマ収差の変動が大きくなる。

【0031】各実施形態の光学系は、以下の条件式(2)を満足する事が望ましい。

(7)

11

【00033】条件式(3)は、第1レンズ群のパワーと第1レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限度以上になると、温度変化による像面湾曲、特に広角側での像面湾曲の変動が大きくなる。また、第1レンズ群で生じる*

$$| \phi P / \phi 2 | < 2.5$$

但し、

φ2：第2レンズ群のパワー

である。

【00035】条件式(4)は、第2レンズ群のパワーと第2レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限度以上に※

$$| \phi P / \phi 3 | < 1.70$$

但し、

φ3：第3レンズ群のパワー

である。

【00037】条件式(5)は、第3レンズ群のパワーと第3レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限度以上になると、温度変化に伴う球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が大きくなる。また、第3レンズ群で生じる収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚★

収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚★
 $0 \leq | \phi P / \phi A | < 0.45$

但し、

φA：プラスチックレンズを含むレンズ群のパワーである。無論、この条件式の上限度以上となるプラスチックレンズに非球面を設けても差し支えない。

★

$$-1.10 < (|X| - |X_0|) /$$

$$C_0 (N' - N) \cdot f 3 < -0.10$$

【00041】但し、

C0：非球面の基準球面曲率

N'：非球面の像側媒質のd線の屈折率

N：非球面の物体側媒質のd線の屈折率

X：非球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位

量(物体側方向→)

X0：非球面基準球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位量(物体側方向→)

【00043】次に、第2レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(8)を満足する

事が望ましい。

【00042】条件式(7)の下限度以下になると、広角側、特に近接時での正の歪曲収差が大きくなるとも◆

$$-0.35 < (|X| - |X_0|) /$$

$$C_0 (N' - N) \cdot f 2 < -0.03$$

但し、

f2：第2レンズ群の焦点距離

である。

【00044】条件式(8)は、非球面が第2レンズ群の

収差のオーバー傾向が著しくなる。逆に、上限度以上に

12

★収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとを設ける事が望ましい。
 【00034】また、第2レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(4)を満足する事が望ましい。

(4)

※なると、温度変化による球面収差、特に望遠側での球面収差の変動が大きくなる。また、第2レンズ群で生じる

収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚

の負レンズとを設ける事が望ましい。

【00036】また、第3レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(5)を満足する事が望ましい。

【00038】条件式(3)、(4)、(5)について

は、下限度を規定していないが、条件式の値が小さくな

るという事は、プラスチックレンズのパワーが弱くなる

事を意味し、温度変化による収差変動に対しては望まし

い方向である。しかし、常温時の収差補正に対しては効

果がなく、プラスチックレンズを設けて以下の条件式(6)を

満す場合、非球面を必ず設ける事が必要である。

【00039】

★【00040】以上のように非球面を設ける場合、以下の

条件式を満足する事が望ましい。まず、第1レンズ群の

プラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件

式(7)を満足する事が望ましい。

★

式(7)を満足する事が望ましい。

【00041】但し、

◆に、像面のオーバー側への倒れが大きくなる。逆に、上

限度以上にになると、非球面の効果が殆ど得られず、非球

面を設ける意味が無く、広角側、特に近接時での負

の歪曲収差、像面のアンダー側への倒れが補正不足とな

る。尚、第1レンズ群に非球面が複数ある場合、少なく

ともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の

面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足していな

くても差し支えない。

【00043】次に、第2レンズ群のプラスチックレンズ

に非球面を設ける場合、以下の条件式(8)を満足する

事が望ましい。

【00042】条件式(7)の下限度以下になると、広角

側、特に近接時での正の歪曲収差が大きくなるとも◆

【00044】条件式(8)は、非球面が第2レンズ群の

収差のオーバー傾向が著しくなる。逆に、上限度以上に

(8)

13

なると、非球面の効果が殆ど得られず、非球面を設ける意味が無く、主に望遠側での球面収差が補正不足となる。尚、第2レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足してい★

$$-0.70 < (|X| - |X_0|) /$$

$$C_0 (N' - N) \cdot f 3 < -0.01$$

但し、

f3：第3レンズ群の焦点距離

である。

【00046】条件式(9)は、非球面が第3レンズ群の正のパワーを弱めるような形状である事を意味してお

り、球面収差と周辺光束のコマ収差を適切に補正するた

めの条件である。この条件式の下限度以下になると、球

面収差のオーバー傾向及び周辺光束のコマ収差が著しく

なる。逆に、上限度以上になると、非球面の効果が殆ど※

$$0.20 < | \phi | / \phi W < 0.70$$

条件式(10)は、第1レンズ群のパワーを規定する式

であり、収差補正及び光学系の大さを適切に保つため

の条件である。この条件式の下限度以下になると、第1

レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には

有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上

限度以上になると、第1レンズ群のパワーが強くなりす

ぎるため、収差劣化、特にオーバー側への像面の倒れが★

$$0.25 < \phi 2 / \phi W < 0.75$$

条件式(11)は、第2レンズ群のパワーを規定する式

であり、収差補正及び光学系の大さを適切に保つため

の条件である。条件式(11)の下限度以下になると、

第2レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正

には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆

に、上限度以上になると、第2レンズ群のパワーが強くなり

条件式(12)は、第3レンズ群のパワーを規定する式

◆となり、レンズ枚数の増加を招く。

【00050】また、条件式(10)、(11)、(12)の上限度以上になると、プラスチックレンズのパワーが強く

なる傾向にあるので、条件式(3)と(10)、条件式(4)と(11)、条件式(5)と(12)は同時に満たす事が望ましい。

【00051】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(13)を満足する事が望ましい。

◆

ラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難◆

−1.4 < ΣφPi / φW × h i < 1.4

但し、

φPi：i番目のプラスチックレンズのパワー

hi：近軸追跡における初期条件を換算傾角αl=0、

高さh l=1としたときの、望遠端でのi番目のプラス

チックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

である。

【00052】条件式(13)は、温度変化に伴うレンズ

バックの変化を抑制するための条件であり、各プラスチ

ックレンズの温度変化に伴うレンズバックの影響度の総

和である。従って、プラスチックレンズを複数使用す

る際には、各々影響度を打ち消し合うように、正レンズ

と負レンズとを含む事が望ましい。この条件式の下限度

以下になると、負のパワーを付するプラスチックレンズ

の温度変化によるバック変動が大きくなり、逆に、上限

値以上になると、正のパワーを有するプラスチックレンズ

14

★なくとも差し支えない。
 【00045】また、第3レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(9)を満足する事が望ましい。

【00047】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(10)を満足する事が望ましい。

【00048】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(11)を満足する事が望ましい。

【00049】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(12)を満足する事が望ましい。

【00050】また、条件式(10)、(11)、(12)の上限度以上になると、プラスチックレンズのパワーが強く

なる傾向にあるので、条件式(3)と(10)、条件式(4)と(11)、条件式(5)と(12)は同時に満たす事が望ましい。

【00051】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(13)を満足する事が望ましい。

◆

ラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難◆

−1.4 < ΣφPi / φW × h i < 1.4

但し、

φPi：i番目のプラスチックレンズのパワー

hi：近軸追跡における初期条件を換算傾角α l=0、

高さh l=1としたときの、望遠端でのi番目のプラス

チックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

である。

【00052】条件式(13)は、温度変化に伴うレンズ

バックの変化を抑制するための条件であり、各プラスチ

ックレンズの温度変化に伴うレンズバックの影響度の総

和である。従って、プラスチックレンズを複数使用す

る際には、各々影響度を打ち消し合うように、正レンズ

と負レンズとを含む事が望ましい。この条件式の下限度

以下になると、負のパワーを付するプラスチックレンズ

の温度変化によるバック変動が大きくなり、逆に、上限

値以上になると、正のパワーを有するプラスチックレンズ

の温度変化によるバック変動が大きくなるため、いず

(9)

¹⁵
れの場合も、温度変化に応じてレンズバックを補正する
ための機構が必要となる。

*

$$0.5 < \log (\beta 2 T / \beta 2 W) / \log Z < 2.2 \quad (14)$$

但し、

$\beta 2 W$: 広角端での第2レンズ群の傾倍率

$\beta 2 T$: 望遠端での第2レンズ群の傾倍率

Z : ズーム比

\log : 自然対数 (但し条件式では比を取っているの
で、底数は限定されない)
である。

【0054】本発明のズームタイプでは、第2レンズ群
の傾倍率が最も大きい。傾倍率が大きくなると、変
倍に伴う収差劣化もそれに伴って大きくなるので、良好
に収差補正を行うには、変倍負担を複数のレンズ群で分
担させる事が効果的である。条件式 (14) は、本発明※

$$-1.2 < \log (\beta 3 T / \beta 3 W) / \log Z < 0.5 \quad (15)$$

但し、

$\beta 3 W$: 広角端での第3レンズ群の傾倍率

$\beta 3 T$: 望遠端での第3レンズ群の傾倍率

である。

【0057】条件式 (15) は、第3レンズ群の変倍負
担を規定する式である。この条件式がマイナスになると
いう事は、減倍している事を意味しており、変倍に関し
ては不利となるが、変倍時に移動する事により、変倍時
の他のレンズによる収差劣化を補正する効果がある。こ★

$$-0.75 < \log (\beta 3 T / \beta 3 W) / \log (\beta 2 T / \beta 2 W) < 0.65 \quad (16)$$

条件式 (16) は、第2レンズ群と第3レンズ群の変倍
負担の比を規定する式である。この条件式の下限値以下
になると、第3レンズ群の減倍に伴う第2レンズ群の変
倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差の
変動が大きくなる。逆に、上限値以上になると、第3レ
ンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による
球面収差、及びコマ収差の変動が大きくなる。

【0059】以下、本発明に係る画面サイズ変換光学系
の構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げ
て、更に具体的に示す。尚、以下に挙げる実施例1～9
は、前述した第1～第9の実施形態にそれぞれ対応して
おり、第1～第9の実施形態を致すレンズ構成図 (図1
～図9) は、対応する実施例1～9のレンズ構成をそれ
ぞれ示している。

【0060】各実施例において、 $r_i (i=1, 2, 3, \dots)$ は、物★
 $X = X_0 + \sum A_i Y^i$
 $X_0 = C^2 Y^2 / (1 + (1 - \epsilon C^2 Y^2)^{1/2})$ (a)
..... (b)

◆ ϵ : 2次曲面パラメータ

A_i : i 次の非球面係数

X : 光軸方向の基準面からの変位量

Y : 光軸と垂直な方向の高さ

C : 近軸曲率

◆ 【0062】

【実施例1】

$f=5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$ (全系焦点距離)

(10)

¹⁷

¹⁸

$FNO=2.74 \sim 3.11 \sim 3.60$ (Fナンバー)

【曲率半径】 [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(vd)]

$r1=13.380$

$d1=0.650$ $N1=1.75450$ $v1=51.57$

$r2=5.890$

$d2=1.499$

$r3=12.328$

$d3=1.400$ $N2=1.52510$ $v2=56.38$

$r4=5.632$

$d4=1.632$ 10

$r5=7.068$

$d5=1.753$ $N3=1.84777$ $v3=27.54$

$r6=10.246$

$d6=10.406 \sim 5.264 \sim 1.500$

$r7=\infty$ (枚り)

$d7=1.500$

$r8=5.643$

$d8=1.901$ $N4=1.79073$ $v4=46.15$

$r9=-74.805$

$d9=0.921$ 20

$r10=-12.842$

$d10=0.600$ $N5=1.72145$ $v5=25.50$

$r11=5.928$

$d11=0.400$

$r12=11.144$

$d12=2.170$ $N6=1.52510$ $v6=56.38$

$r13=-9.099$

$d13=1.000 \sim 3.519 \sim 7.154$

$r14=11.107$

$d14=3.164$ $N7=1.51680$ $v7=64.20$

$r15=56.703$

$d15=0.796$

$r16=\infty$

$d16=3.400$ $N8=1.54426$ $v8=69.60$

$r17=\infty$

【0063】 [第3面(r3)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$ * $\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A4 = 0.38905 \times 10^{-3}$ $A4 = -0.13386 \times 10^{-2}$

$A6 = 0.24379 \times 10^{-5}$ $A6 = -0.11975 \times 10^{-4}$

$A8 = 0.38282 \times 10^{-6}$ $A8 = -0.53773 \times 10^{-5}$

【第12面(r12)の非球面係数】 * 0064

【実施例2】

$f=5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$ (全系焦点距離)

$FNO=2.73 \sim 3.10 \sim 3.60$ (Fナンバー)

【曲率半径】 [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(vd)]

$r1=14.718$

$d1=0.650$ $N1=1.75450$ $v1=51.57$

$r2=6.639$

$d2=1.307$

$r3=11.594$

60

(11)

20

19

d3= 1.400 N2=1.52510 v 2= 56.38
r4= 5.294
d4= 1.465
r5= 6.937
d5= 1.858 N3=1.84759 v 3= 26.85
r6= 10.034
d6=10.621 ~ 5.340 ~ 1.500
r7= ∞ (絞リ)
d7= 1.500
r8= 6.969
d8= 2.905 N4=1.85000 v 4= 40.04
r9= -11.743
d9= 0.210
r10= -8.399
d10= 1.855 N5=1.72131 v 5= 25.51
r11= 5.522
d11= 0.400
r12= 11.032
d12= 2.012 N6=1.75450 v 6= 51.57
r13=-21.657
d13= 1.000 ~ 3.398 ~ 6.919
r14*= 8.536
d14= 3.241 N7=1.52510 v 7= 56.38
r15= 29.006
d15= 0.676
r16= ∞
d16= 3.400 N8=1.54426 v 8= 69.60
r17= ∞
【0 0 6 5】〔第3面(r3)の非球面係数〕 * ε = 0.10000×10⁻³
ε = 0.10000×10⁻³
A4= 0.35342×10⁻³
A6= 0.71258×10⁻⁶
A8= 0.33647×10⁻⁶
【第14面(r14)の非球面係数】 *
【実施例3】
f=5.4mm ~ 7.5mm~10.5mm (全系焦点距離)
FN0=2.75 ~3.10 ~ 3.60 (Fナンバー)
【曲率半径】〔軸上面間隔〕〔屈折率(Nd)〕〔アッベ数(vd)〕
r1*= 14.652
d1= 1.200 N1=1.58340 v 1= 30.23
r2= 8.289
d2= 1.623
r3= 26.068
d3= 0.900 N2=1.79271 v 2= 45.90
r4= 5.496
d4= 1.179
r5= 7.356
d5= 1.921 N3=1.84666 v 3= 23.82
r6= 15.373
d6=10.224 ~ 5.176 ~ 1.500

(12)

22

21

r7= ∞ (絞リ)
d7= 1.500
r8= 7.124
d8= 3.411 N4=1.85000 v 4= 40.04
r9= -11.538
d9= 0.154
r10= -8.339
d10= 1.713 N5=1.72418 v 5= 25.37
r11= 5.686
d11= 0.401
r12= 10.731
d12= 2.078 N6=1.75450 v 6= 51.57
r13=-18.326
d13= 1.000 ~ 3.307 ~ 6.708
r14*= 8.148
d14= 3.002 N7=1.52510 v 7= 56.38
r15= 16.995
d15= 0.795
r16= ∞
d16= 3.400 N8=1.54426 v 8= 69.60
r17= ∞
【0 0 6 7】〔第1面(r1)の非球面係数〕 * ε = 0.10000×10⁻³
ε = 0.10000×10⁻³
A4= 0.15951×10⁻³
A6= 0.14779×10⁻⁶
A8= 0.56026×10⁻⁷
【第14面(r14)の非球面係数】 *
【実施例4】
f=5.4mm ~ 7.5mm~10.5mm (全系焦点距離)
FN0=2.73 ~3.10 ~ 3.60 (Fナンバー)
【曲率半径】〔軸上面間隔〕〔屈折率(Nd)〕〔アッベ数(vd)〕
r1= 52.355
d1= 1.100 N1=1.72677 v 1= 52.55
r2= 6.927
d2= 3.324
r3*= 23.902
d3= 1.940 N2=1.58340 v 2= 30.23
r4=-100.448
d4=14.827 ~ 7.138 ~ 1.500
r5= ∞ (絞リ)
d5= 1.500
r6= 5.036
d6= 3.339 N3=1.77742 v 3= 47.95
r7= -12.586
d7= 0.234
r8= -10.396
d8= 0.800 N4=1.79850 v 4= 22.60
r9= 16.524
d9= 0.740
r10= -7.142

(13)

24

23

d10= 1.200 N5=1.58340 v 5= 30.23
r11*= -26.834
d11= 1.000 ~ 2.921 ~ 5.663
r12= 15.086
d12= 2.096 N6=1.48749 v 6= 70.44
r13= -14.941
d13= 0.500
r14= ∞
d14= 3.400 N7=1.54426 v 7= 69.60
r15= ∞
【0 0 6 9】[第3面(r3)の非球面係数]
ε = 0.10000×10
A4= 0.24908×10⁻³
A6= -0.62198×10⁻⁷
A8= 0.10295×10⁻⁶
【第11面(r11)の非球面係数】
《実施例5》
f = 5.4mm ~ 7.5mm ~ 10.5mm (全系焦点距離)
FNO=2.75 ~ 3.11 ~ 3.60 (Fナンバー)
【曲率半径】[軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(vd)]
r1*= 17.928
d1= 1.200 N1=1.58340 v 1= 30.23
r2= 9.608
d2= 1.325
d3= 0.900 N2=1.80280 v 2= 44.68
r4= 5.204
d4= 1.288
r5= 7.294
d5= 1.940 N3=1.84666 v 3= 23.82
r6= 14.586
d6= 10.102 ~ 5.348 ~ 1.500
r7= ∞ (絞り)
d7= 1.500
r8= 6.594
d8= 4.206 N4=1.81063 v 4= 43.80
r9= -10.411
d9= 0.208
r10= -7.270
d10= 0.600 N5=1.70098 v 5= 26.53
r11= 5.447
d11= 0.504
r12= 10.684
d12= 2.062 N6=1.75450 v 6= 51.57
r13= -20.769
d13= 1.000 ~ 3.880 ~ 6.996
r14*= 6.351
d14= 2.209 N7=1.52510 v 7= 56.38
r15= 12.184
d15= 1.055 ~ 0.800 ~ 1.067

(14)

26

25

r16= ∞
d16= 3.400 N8=1.54426 v 8= 69.60
r17= ∞
【0 0 7 1】[第1面(r1)の非球面係数]
ε = 0.10000×10
A4= 0.19398×10⁻³
A6= 0.47895×10⁻⁶
A8= 0.46069×10⁻⁷
【第14面(r14)の非球面係数】
ε = 0.10000×10
A4= -0.37579×10⁻³
A6= -0.11089×10⁻⁵
A8= 0.87379×10⁻⁷
【0 0 7 2】
【第14面(r14)の非球面係数】
《実施例6》
f = 5.4mm ~ 7.5mm ~ 10.5mm (全系焦点距離)
FNO=2.97 ~ 3.27 ~ 3.60 (Fナンバー)
【曲率半径】[軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(vd)]
r1= -112.214
d1= 1.200 N1=1.63347 v 1= 56.87
r2= 7.682
d2= 1.473
r3*= 17.799
d3= 2.175 N2=1.58340 v 2= 30.23
r4= 274.206
d4= 16.482 ~ 8.078 ~ 1.500
r5= ∞ (絞り)
d5= 1.500
r6= 5.066
d6= 2.164 N3=1.84746 v 4= 40.25
r7= -15.255
d7= 0.208
r8= -13.752
d8= 0.800 N4=1.79850 v 5= 22.60
r9= 7.640
d9= 0.352
r10*= 8.419
d10= 1.200 N5=1.58340 v 6= 30.23
r11= 4.700
d11= 1.000 ~ 1.802 ~ 2.808
r12= 40.534
d12= 2.262 N6=1.51838 v 7= 66.35
r13*= -6.756
d13= 1.131 ~ 2.007 ~ 3.472
r14= ∞
d14= 3.400 N7=1.54426 v 8= 69.60
r15= ∞
【0 0 7 3】[第3面(r3)の非球面係数]
ε = 0.10000×10
A4= 0.24372×10⁻³
A6= -0.10309×10⁻⁶
A8= 0.84837×10⁻⁷
【第10面(r10)の非球面係数】
ε = 0.10000×10
A4= -0.35107×10⁻²
A6= -0.17279×10⁻³
A8= -0.80824×10⁻⁵
【第13面(r13)の非球面係数】
ε = 0.10000×10
A4= 0.11613×10⁻³
A6= -0.34635×10⁻⁴
A8= 0.66386×10⁻⁶
【0 0 7 4】

27

(15)

《実施例7》

f = 5.4mm ~ 8.0mm ~ 12.0mm (全系焦点距離)

FNO=2.55 ~ 2.95 ~ 3.60 (Fナンバー)

【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率(Nd)】【アッベ数(vd)】

r1= 64.355

d1= 0.650 N1=1.48749 v1= 70.44

r2= 9.616

d2= 1.136

r3*= 15.072

d3= 1.400 N2=1.52510 v2= 56.38

r4= 6.352

d4= 1.939

r5= 8.584

d5= 2.060 N3=1.84877 v3= 32.01

r6= 12.547

d6=15.531 ~ 7.207 ~ 1.500

r7= ∞ (絞り)

d7= 1.500

r8= 5.666

d8= 3.346 N4=1.75450 v4= 51.57

r9= -8.847

d9= 0.100

r10= -7.390

d10= 0.600 N5=1.58340 v5= 30.23

r11= 4.818

d11= 0.400

r12*= 6.048

d12= 2.459 N6=1.52510 v6= 56.38

r13= 9.906

d13= 1.000 ~ 3.334 ~ 6.995

r14= 11.941

d14= 1.979 N7=1.52510 v7= 56.38

r15*= -29.235

d15= 0.500

r16= ∞

d16= 3.400 N8=1.54426 v8= 69.60

r17= ∞

【0 0 7 5】【第3面(r3)の非球面係数】

ε = 0.10000×10

A4= 0.17978×10⁻³A6=-0.30828×10⁻⁶A8= 0.71904×10⁻⁷

【第12面(r12)の非球面係数】

ε = 0.10000×10

A4=-0.18066×10⁻²

《実施例8》

f = 5.4mm ~ 8.8mm ~ 14.0mm (全系焦点距離)

FNO=2.34 ~ 2.84 ~ 3.60 (Fナンバー)

【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率(Nd)】【アッベ数(vd)】

r1= 25.623

28

(16)

29

d1= 0.650 N1=1.48749 v1= 70.44

r2= 9.290

d2= 1.626

r3*= 19.577

d3= 1.400 N2=1.52510 v2= 56.38

r4= 5.973

d4= 2.273

r5= 7.949

d5= 2.008 N3=1.84807 v3= 28.75

r6= 10.541

d6=16.801 ~ 7.154 ~ 1.500

r7= ∞ (絞り)

d7= 1.500

r8= 5.107

d8= 2.743 N4=1.64626 v4= 56.17

r9= -9.178

d9= 0.100

r10= -8.533

d10= 0.600 N5=1.58340 v5= 30.23

r11= 7.962

d11= 0.849

r12*= 7.572

d12= 1.401 N6=1.52510 v6= 56.38

r13= 8.290

d13= 1.000 ~ 4.278 ~ 9.371

r14*= 9.062

d14= 1.423 N7=1.58340 v7= 30.23

r15= 6.924

d15= 0.747

r16= 11.941

d16= 1.979 N8=1.52510 v8= 56.38

r17*= -29.488

d17= 0.500

r18= ∞

d18= 3.400 N9=1.54426 v8= 69.60

r19= ∞

【0 0 7 7】【第3面(r3)の非球面係数】

ε = 0.10000×10

A4= 0.16055×10⁻³A6= 0.48397×10⁻⁷A8= 0.67121×10⁻⁷

【第12面(r12)の非球面係数】

ε = 0.10000×10

A4=-0.25048×10⁻²A6=-0.87701×10⁻⁴A8=-0.12082×10⁻⁴

【第14面(r14)の非球面係数】

《実施例9》

f = 5.4mm ~ 7.5mm ~ 13.5mm (全系焦点距離)

FNO=2.08 ~ 2.48 ~ 3.60 (Fナンバー)

30

* ε = 0.10000×10

A4=-0.52484×10⁻³A6= 0.58442×10⁻⁵A8= 0.87159×10⁻⁸

【第17面(r17)の非球面係数】

ε = 0.10000×10

A4=-0.91828×10⁻³A6=-0.59033×10⁻⁵A8= 0.27335×10⁻⁶

【0 0 7 8】

*

(17)		(18)		(19)	
31		33		34	
【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率(Nd)】【アッベ数(vd)】		下に、各実施例1～9における、前記条件式(1)～(5)の(10)～(16)に対応する値を示す。		*【0081】	
r1= 14.018	d1= 0.650	N1=1.74388	v1= 51.93	φP/φW	φP/φ1
r2= 6.286	d2= 1.790			実施例1 G2: 0.25	0.63
r3*= 17.191				G6: 0.55	1.10
r4= 5.770	d3= 1.400	N2=1.52510	v2= 56.38	実施例2 G2: 0.27	0.72
r5= 6.726	d4= 0.907			G7: 0.25	1.00
r6= 10.531	d5= 1.953	N3=1.84666	v3= 23.82	実施例3 G1: 0.15	0.39
r7= ∞ (絞り)	d6= 9.731 ~ 5.843 ~ 1.500			G7: 0.20	1.00
r8= 6.489	d7= 1.500			実施例4 G2: 0.16	0.59
r9= 52.968	d8= 1.774	N4=1.85000	v4= 40.04	G5: 0.32	0.68
r10=31.304	d9= 0.665			実施例5 G1: 0.14	0.38
r11= 6.642	d10= 0.600	N5=1.77185	v5= 23.46	G7: 0.24	0.47
r12*=11.190	d11= 0.400			実施例6 G2: 0.17	0.57
r13= -9.334	d12= 2.101	N6=1.52510	v6= 56.38	G5: 0.26	0.65
r14=-10.861	d13= 1.000 ~ 5.310 ~ 15.247			実施例7 G2: 0.24	0.86
r15*=16.708	d14= 1.200	N7=1.58340	v7= 30.23	G5: 1.10	2.27
r16= 12.351	d15= 0.100			G6: 0.22	0.46
r17=-10.876	d16= 2.934	N8=1.84353	v8= 40.59	G7: 0.33	1.00
r18= ∞	d17= 2.914 ~ 2.385 ~ 0.717			実施例8 G2: 0.32	0.97
r19= ∞	d18= 3.400	N9=1.54426	v9= 69.60	G5: 0.78	1.64
【0079】【第3面(r3)の非球面係数】		log(β2T/β2W)/logZ		G6: 0.05	0.11
ε= 0.10000×10	A4= 0.60130×10 ⁻³	log(β3T/β3W)/logZ		G7: 0.08	0.35
A4= 0.28799×10 ⁻³	A6=-0.42374×10 ⁻⁵	log(β3T/β3W)/logZ		G8: 0.33	1.40
A6= 0.40089×10 ⁻⁵	A8= 0.11268×10 ⁻⁷	log(β3T/β3W)/logZ		実施例9 G2: 0.31271	0.79
A8= 0.14823×10 ⁻⁶		log(β3T/β3W)/logZ		G6: 0.5375	1.19
【第12面(r12)の非球面係数】		log(β2T/β2W)/logZ		G7: 0.48626	1.38
ε= 0.10000×10		log(β2T/β2W)/logZ		【0082】	
A4=-0.62816×10 ⁻³		log(β2T/β2W)/logZ		実施例1 G2: 1.00	0.00
A6=-0.22891×10 ⁻⁴		log(β2T/β2W)/logZ		実施例2 G2: 1.00	0.00
A8= 0.42945×10 ⁻⁶		log(β2T/β2W)/logZ		実施例3 G1: 1.00	0.00
【第15面(r15)の非球面係数】		log(β2T/β2W)/logZ		実施例4 G2: 0.99	0.01
ε= 0.10000×10		log(β2T/β2W)/logZ		実施例5 G1: 1.00	0.00
		log(β2T/β2W)/logZ		実施例6 G2: 1.87	-0.87
		log(β2T/β2W)/logZ		実施例7 G2: 0.99	0.01
		log(β2T/β2W)/logZ		実施例8 G2: 1.00	0.00
		log(β2T/β2W)/logZ		実施例9 G2: 0.75	0.25
【0083】		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		【0084】	
実施例1 G2: 0.00		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例1 G2: 0.00	
実施例2 G2: 0.00		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例2 G2: 0.00	
実施例3 G1: 0.00		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例3 G1: 0.00	
実施例4 G2: 0.01		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例4 G2: 0.01	
実施例5 G1: 0.00		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例5 G1: 0.00	
実施例6 G2: -0.46		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例6 G2: -0.46	
実施例7 G2: 0.01		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例7 G2: 0.01	
実施例8 G2: 0.00		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例8 G2: 0.00	
実施例9 G2: 0.34		log(β3T/β3W)/log(β2T/β2W)		実施例9 G2: 0.34	

る。実施例1～9は、上記各条件式を満足する。また以

【0080】また、図10～図18は、それぞれ前記実

施例1～9に対応する無限遠の収差面であり、各図にお

いて、上段は広角端(W)、中段は中間焦点距離

(M)、下段は望遠端(T)をそれぞれ表している。そ

して、球面収差面において、実線(d)はd線を表し、

破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差

図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれ

サジタル面とメリディオナル面での非点収差を表してい

る。実施例1～9は、上記各条件式を満足する。また以

(21)

39	0.00Y	-0.00000	(X - X) / (CO(N' - N) · r3)
	0.20Y	-0.00077	
	0.40Y	-0.01256	
	0.60Y	-0.06639	
	0.80Y	-0.22928	
	1.00Y	-0.65070	
【第14面(r14)の値】			
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r3)		
0.00Y	0.00000		
0.20Y	-0.00008		
0.40Y	-0.00129		
0.60Y	-0.00655		
0.80Y	-0.02065		
1.00Y	-0.04955		
【0.93】《実施例6》			
【第3面(r3)の値】			
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r1)		
0.00Y	-0.00000		
0.20Y	-0.00041		
0.40Y	-0.00663		
0.60Y	-0.03428		
0.80Y	-0.11465		
1.00Y	-0.31309		
【第10面(r10)の値】			
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r2)		
0.00Y	0.00000		
0.20Y	-0.00016		
0.40Y	-0.00260		
0.60Y	-0.01388		
0.80Y	-0.04736		
1.00Y	-0.12790		
【0.94】《実施例7》			
【第3面(r3)の値】			
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r1)		
0.00Y	-0.00000		
0.20Y	-0.00058		
0.40Y	-0.00940		
0.60Y	-0.04961		
0.80Y	-0.17667		
1.00Y	-0.53893		
【第12面(r12)の値】			
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r2)		
0.00Y	0.00000		
0.20Y	-0.00011		
0.40Y	-0.00182		
0.60Y	-0.00969		
0.80Y	-0.03330		
1.00Y	-0.09218		
【第15面(r15)の値】			

(22)

40	【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r3)
	0.00Y	0.00000
	0.20Y	-0.00033
	0.40Y	-0.00502
	0.60Y	-0.02364
	0.80Y	-0.06629
	1.00Y	-0.13286
【0.95】《実施例8》		
【第3面(r3)の値】		
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r1)	
0.00Y	-0.00000	
0.20Y	-0.00082	
0.40Y	-0.01333	
0.60Y	-0.07171	
0.80Y	-0.26196	
1.00Y	-0.82010	
【第12面(r12)の値】		
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r2)	
0.00Y	0.00000	
0.20Y	-0.00020	
0.40Y	-0.00328	
0.60Y	-0.01759	
0.80Y	-0.06132	
1.00Y	-0.17301	
【第14面(r14)の値】		
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r3)	
0.00Y	0.00000	
0.20Y	-0.00020	
0.40Y	-0.00311	
0.60Y	-0.01525	
0.80Y	-0.04605	
1.00Y	-0.10564	
【第17面(r17)の値】		
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r3)	
0.00Y	0.00000	
0.20Y	0.00068	
0.40Y	0.01090	
0.60Y	0.05583	
0.80Y	0.17801	
1.00Y	0.43402	
【0.96】《実施例9》		
【第3面(r3)の値】		
【高さ】	(X - X0) / (CO(N' - N) · r1)	
0.00Y	-0.00000	
0.20Y	-0.00048	
0.40Y	-0.00802	
0.60Y	-0.04370	
0.80Y	-0.15559	
1.00Y	-0.44995	
【第12面(r12)の値】		

(22)

41

【高さ】	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot r_2)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00007
0.40Y	-0.00110
0.60Y	-0.00579
0.80Y	-0.01922
1.00Y	-0.04962

【第15面(r15)の値】

【高さ】	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot r_3)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00067
0.40Y	-0.01051
0.60Y	-0.05178
0.80Y	-0.15744
1.00Y	-0.36553

【0097】また、図19は、第10の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。同図の左側が物体側、右側が像側である。尚、図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。破線で表す矢印は、移動しない事を示している。また、同図はそのズーム時の広角端の

42

* 形態は真正3成分ズームであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3から構成され、2つのレンズ群が移動するタイプである。

【0098】Gr1は全体として負のパワーを有する。また、Gr2及びGr3は全体として正のパワーを有する。物体側から順に、1枚目～6枚目のレンズをそれぞれG1～G6とする。本実施形態の各レンズ群は、それぞれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。そして、Gr2には絞りSが含まれている。尚、像側端部の平行平板はローパスフィルター10である。同図に示すように、本実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目 (G1) 及び5枚目 (G5) のレンズがプラスチックレンズである。

【0099】以下に挙げる実施例10のコンストラクションデータは、前述した第10の実施形態に対応しており、第10の実施形態を有するレンズ構成図 (図19) は、対応する実施例10のレンズ構成を示している。また、実施例10のコンストラクションデータの表示の構成は、上記実施例1～9で示したものと同様である。

【0100】

《実施例10》			
f=5.4mm	～ 8.4mm	～ 15.6mm	(全系焦点距離)
FNF=2.57	～ 3.04	～ 4.20	(Fナンバー)
【曲率半径】	【軸上面間隔】	【屈折率(nd)】	【アップベ数(vd)】
r1=-34.564			
d1= 1.600	N1=1.52510	v1= 56.38	
r2= 7.185			
d2= 3.500			
r3= 10.666			
d3= 2.344	N2=1.75000	v2= 25.14	
r4= 17.516			
d4=22.572	～ 11.179	～ 1.713	
r5= ∞ (絞り)			
d5= 1.500			
r6= 8.000			
d6= 2.941	N3=1.80420	v3= 46.50	
r7= -8.598			
d7= 0.010	N4=1.51400	v4= 42.83	
r8= -8.598			
d8= 0.600	N5=1.70055	v5= 30.11	
d9= 0.200			
r10= 5.244			
d10= 3.249	N6=1.52510	v6= 56.38	
r11= 6.000			
d11= 2.740	～ 5.844	～ 13.277	
r12= 21.195			
d12= 2.000	N7=1.48749	v7= 70.44	

(23)

43

r13=-16.672
d13= 1.086
r14= ∞
r15= ∞

d14= 3.400 NR=1.51680 v8= 64.20

【0101】第1面(r1)の非球面係数

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.43400 $\times 10^{-3}$

A6=-0.55461 $\times 10^{-5}$

A8= 0.27915 $\times 10^{-7}$

【第2面(r2)の非球面係数】

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.26861 $\times 10^{-3}$

A6= 0.25040 $\times 10^{-5}$

A8=-0.23353 $\times 10^{-6}$

【第10面(r10)の非球面係数】

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A4=-0.30306 $\times 10^{-3}$

A6=-0.13415 $\times 10^{-4}$

A8=-0.19911 $\times 10^{-5}$

【第11面(r11)の非球面係数】

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

A4= 0.19342 $\times 10^{-2}$

A6= 0.59893 $\times 10^{-4}$

A8=-0.42081 $\times 10^{-5}$

【0102】また、図20は、前記実施例10に対応する無限遠の収差図であり、同図において、上段は広角端(W)、中段は中間焦点距離(M)、下段は望遠端(T)をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれサジタル面とメリディアン面で非点収差を表している。

【0103】較いて、実施例10における、前記条件式(1)～(4)、(10)、(11)、(13)、(14)に対応する値を示す。

【0104】 $|\phi P/\phi I|$ $|\phi P/\phi I|$ $M3/M2$
1.698 0.417 0

【0105】 $\log(\beta 2T/\beta 2W)/\log I$
0.998

【0106】 $\Sigma \phi P I/\phi W \times b1$
-0.285

【0107】 $|\phi I/\phi W|$ $\phi 2/\phi W$
0.284 0.405

【0108】

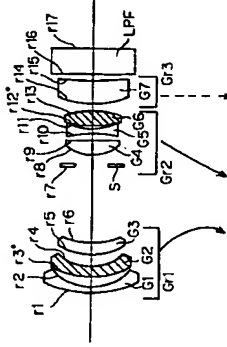
G1～G8 レンズ
L P F ローパスフィルター

(24)

45

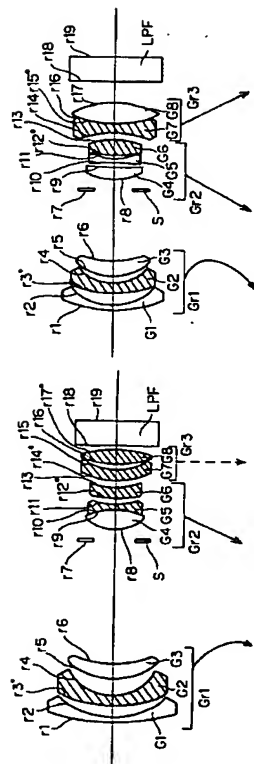
Gr1 第1レンズ群
Gr2 第2レンズ群

【図1】

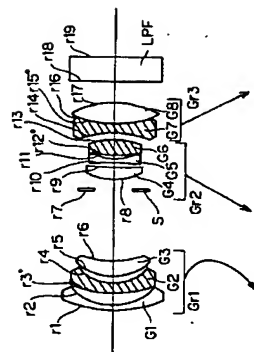


(25)

【図8】

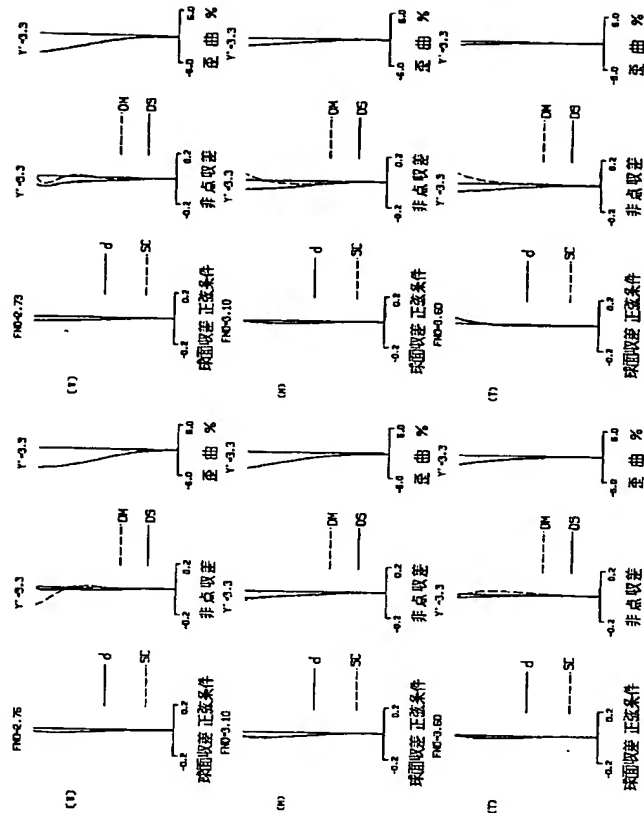


【図9】

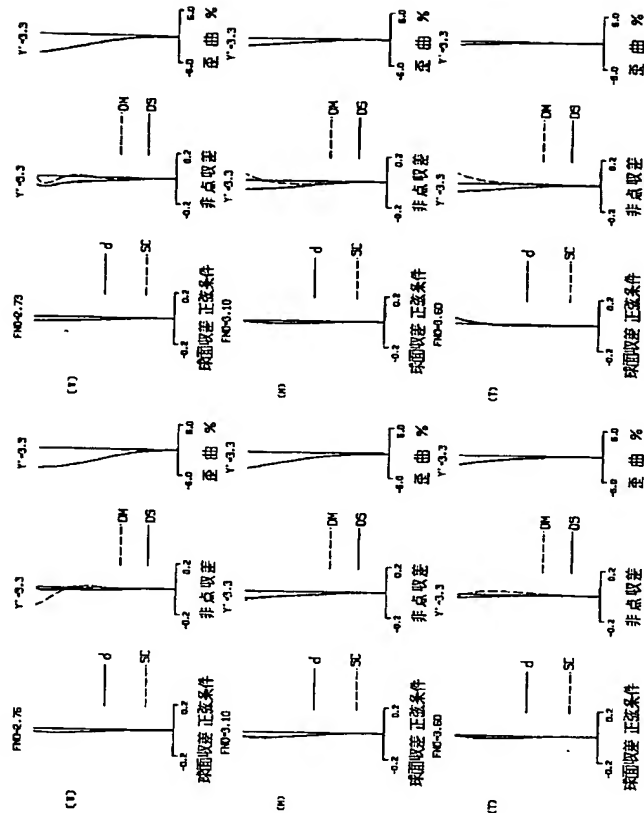


(26)

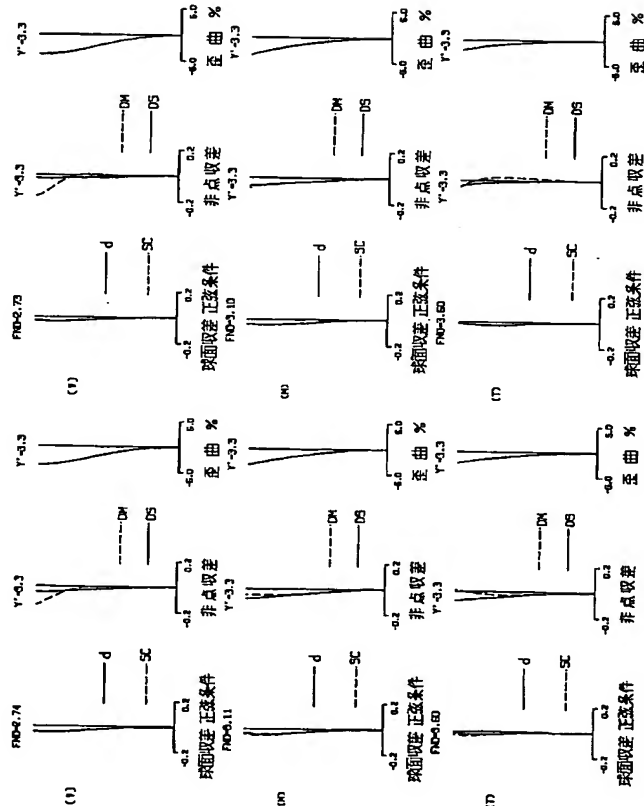
【図12】



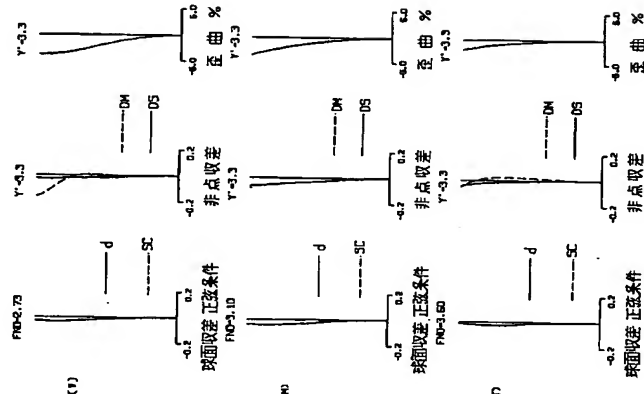
【図13】



【図10】

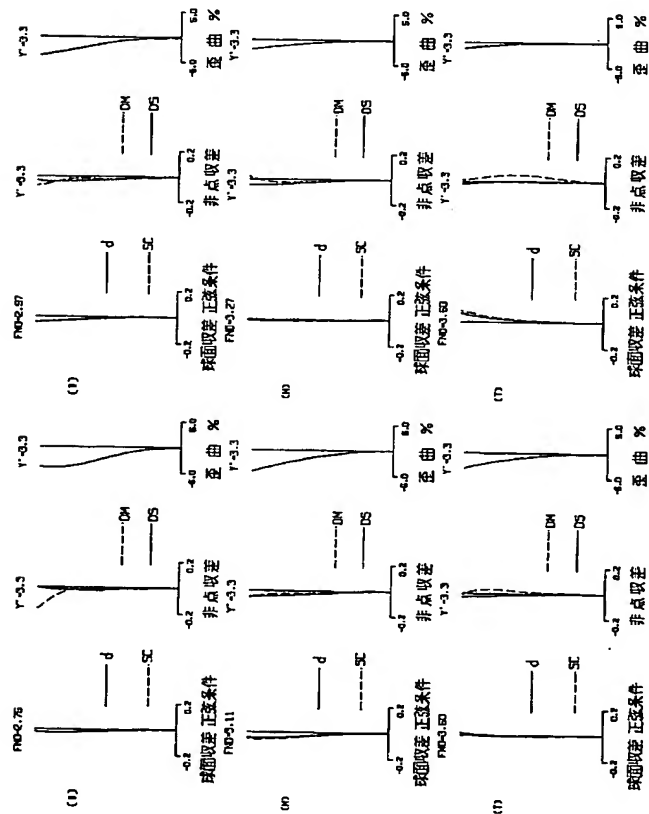


【図11】

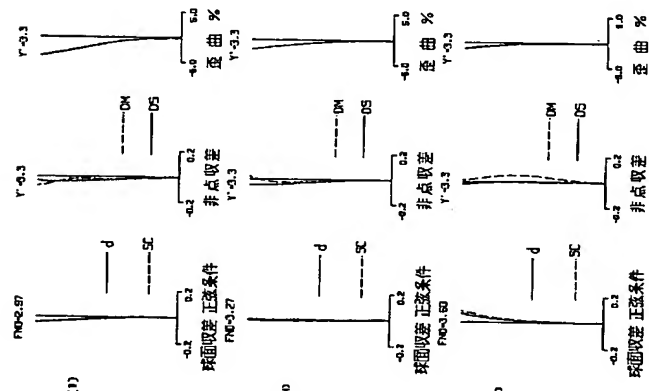


(27)

【図14】

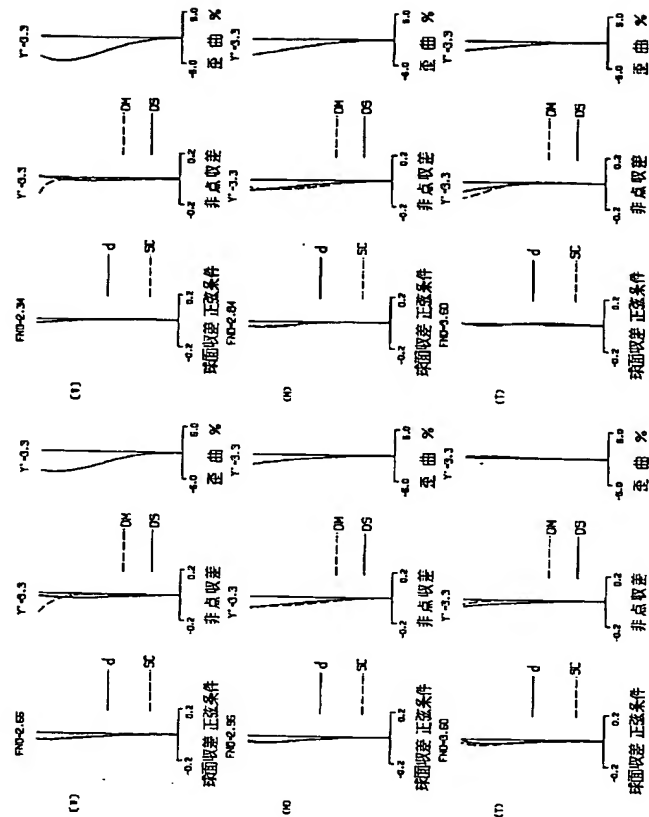


【図15】

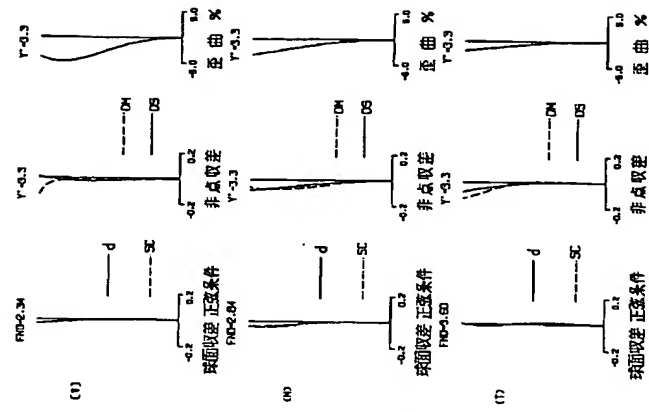


(28)

【図16】

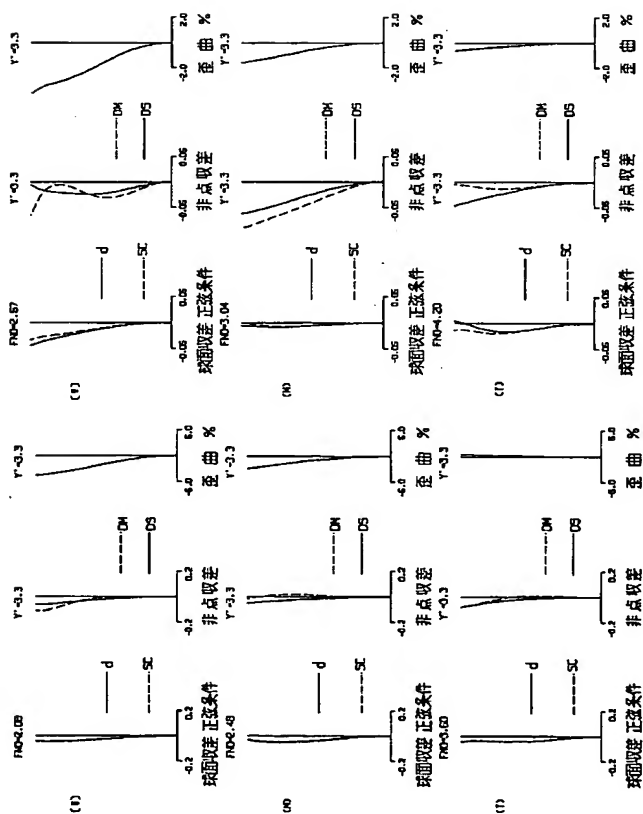


【図17】



(29)

【図18】



【図20】

